

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКСОВЕЩАНИЯ И КОНФЕРЕНЦИИ**XI ГЕНЕРАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО МЕРАМ И ВЕСАМ**

В конце 1960 г. в Париже состоялась очередная XI Генеральная конференция по мерам и весам. В конференции участвовали представители 32 государств (из общего числа 36 стран, присоединившихся к Метрической конвенции): СССР, США, Индии, Англии, Франции, Болгарии, Венгрии, Польши, Румынии, Чехословакии и др.

Современное развитие науки и техники требует международного единообразия единиц измерений и эталонов, служащих для их воспроизведения, а также повышения точности эталонов.

1. XI Генеральная конференция по мерам и весам приняла важное решение об установлении Международной системы единиц.

Первой системой единиц, получившей международное признание и распространение, была метрическая система мер. Она возникла во Франции в конце XVIII в., в период Великой Французской революции. Метрическая система мер представляла совокупность связанных между собой единиц измерения длины, площади, объема, емкости и массы, основанием для которых являются две основные единицы: метр и килограмм.

Для измерений широкого круга физических величин в различных областях науки и техники в дальнейшем появился ряд систем единиц, основанных на метрической системе мер (системы единиц: сантиметр, грамм, секунда (СГС); метр, тонна, секунда (МТС); метр, килограмм-сила, секунда (МКГС); метр, килограмм, секунда, ампер (МКСА) и др. Наличие ряда систем единиц вызвало значительные затруднения, связанные с переводом численных значений измеренных величин, а также различных констант из одной системы единиц в другую, с введением большого числа переводных коэффициентов. Назрела необходимость установить единую систему единиц измерения физических величин, которая была бы принята всеми странами.

Этот вопрос подвергался обсуждению на IX и X Генеральных конференциях по мерам и весам (1948 и 1954 гг.), на которых было принято решение провести опрос всех стран, присоединившихся к Метрической конвенции, утверждены основные единицы и дано поручение Международному Комитету мер и весов подготовить предложения для установления Международной системы единиц.

Международный Комитет мер и весов провел необходимую подготовительную работу, и XI Генеральная конференция по мерам и весам:

- 1) утвердила рекомендацию Комитета о присвоении наименования системе, базирующейся на шести основных единицах, — «Международная система единиц»;
- 2) установила международное сокращенное обозначение этой системы «SI»;
- 3) утвердила первый список дополнительных и производных единиц Международной системы единиц, не предопределяя единиц, которые могут быть добавлены впоследствии;
- 4) утвердила приставки для образования кратных и дольных единиц.

В основу Международной системы единиц положены шесть основных единиц, приведенные в табл. I

Сокращенные обозначения единиц даны в русской транскрипции в соответствии с ГОСТами на единицы измерений, а латинские — в транскрипции, принятой Генеральной конференцией по мерам и весам.

Кроме того, Международная система единиц, принятая XI Генеральной конференцией по мерам и весам, включает в себя две дополнительные единицы (радиан и стерадиан) и двадцать семь наименований производных единиц, которые получают из основных единиц и относятся к различным областям измерений.

В числе производных единиц Международной системы единиц: герц — для частоты, метр в секунду — для скорости, ньютон — для силы, джоуль — для работы, энергии и количества теплоты, ватт — для мощности, кулон — для количества

электричества, фарада — для емкости, люмен — для светового потока, люкс — для освещенности и т. д.\*).

Важным преимуществом Международной системы единиц, кроме единообразия в единицах измерения, является охват всех областей измерений, полная связанность в измерениях механических, тепловых, электрических и др. величин, а также выбор удобных для практики основных и производных единиц.

Таблица I

Наименование величины	Единица измерения	Сокращенные обозначения	
		русские	латинские
Длина . . . . .	Метр	<i>м</i>	<i>m</i>
Масса . . . . .	Килограмм	<i>кг</i>	<i>kg</i>
Время . . . . .	Секунда	<i>сек</i>	<i>s</i>
Термодинамическая температура . . . . .	Градус Кельвина	$^{\circ}\text{K}$	$^{\circ}\text{K}$
Сила электрического тока	Ампер	<i>а</i>	<i>A</i>
Сила света . . . . .	Свеча	<i>св</i>	<i>cd</i>

XI Генеральная конференция по мерам и весам утвердила приставки для образования кратных и дольных единиц, приведенные в табл. II.

Таблица II

Кратность и дольность	Наименование приставок	Сокращенные обозначения	
		русскими буквами	латинскими (греческими) буквами
$1\ 000\ 000\ 000\ 000 = 10^{12}$	тера	<i>T</i>	<i>T</i>
$1\ 000\ 000\ 000 = 10^9$	гига	<i>G</i>	<i>G</i>
$1\ 000\ 000 = 10^6$	мега	<i>M</i>	<i>M</i>
$1\ 000 = 10^3$	кило	<i>к</i>	<i>k</i>
$100 = 10^2$	гекто	<i>г</i>	<i>h</i>
$10 = 10^1$	дека	<i>да</i>	<i>da</i>
$0,1 = 10^{-1}$	деци	<i>д</i>	<i>d</i>
$0,01 = 10^{-2}$	санти	<i>с</i>	<i>c</i>
$0,001 = 10^{-3}$	милли	<i>м</i>	<i>m</i>
$0,000\ 001 = 10^{-6}$	микро	<i>мк</i>	$\mu$
$0,000\ 000\ 001 = 10^{-9}$	нано	<i>н</i>	<i>n</i>
$0,000\ 000\ 000\ 001 = 10^{-12}$	пико	<i>п</i>	<i>p</i>

В 1960 г. Международный союз чистой и прикладной физики принял еще две дополнительные приставки: фемто — для  $10^{-15}$  и атто — для  $10^{-18}$ .

В сентябре 1961 г. Комитет стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР утвердил государственный стандарт «Международная система единиц», которым устанавливается предпочтительное применение этой системы во всех областях науки, техники и народного хозяйства, а также при преподавании.

2. XI Генеральная конференция по мерам и весам подробно обсудила также вопрос об обеспечении международного единообразия эталонов измерения ионизирующих излучений.

Учитывая, что развитие атомной техники и ядерных исследований требуют единообразия в измерениях ионизирующих излучений и что международное единообразие измерений основных физических величин было успешно достигнуто в течение 85 лет благодаря деятельности Международного комитета и Международного бюро мер и весов, конференция поручила Международному комитету мер и весов организовать в Между-

\*) Таблица производных единиц Международной системы единиц опубликована в журнале «Успехи физических наук» 62, 364 (1957).

народном бюро мер и весов отдел эталонов для измерения ионизирующих излучений, который, будучи укомплектован лабораторным и научным персоналом, должен работать над установлением единообразия эталонов измерения ионизирующих излучений и соответствующих единиц, учитывая результаты работы лабораторий и других национальных и международных организаций.

Одновременно Генеральная конференция приняла резолюцию о выделении государствами — членами организации специального взноса на строительство и оборудование лабораторий, а также решила немедленно, не ожидая окончания строительства, начать работу по установлению международного единообразия единиц и эталонов ионизирующих излучений, включая проведение необходимых круговых международных сличений национальных эталонов в этой области. Конференция выразила благодарность Институту радия Парижского университета за передачу Международному бюро мер и весов Международного эталона радия и поручила Бюро взять на себя хранение этого эталона. Конференция заслушала доклад Консультативного комитета по эталонам измерения ионизирующих излучений, в котором намечена программа работ на ближайшее время, в частности создание четырех рабочих групп: 1) по эталонам рентгеновского и гамма-излучений, 2) по эталонам радиоактивных препаратов, 3) по эталонам нейтронных источников и 4) по эталонам радия; а также проведение в 1961 г. круговых сличений ряда образцовых источников радиоактивных излучений и ионизационных камер.

3. На конференции было принято новое определение метра.

Первое определение метра как основной единицы длины было принято в 1791 г. при установлении метрической системы мер. Метр был определен как одна десятиmillionная часть четверти парижского меридиана. В 1799 г. на основе измерений части дуги меридиана был изготовлен эталон метра в виде платиновой концевой меры, переданной на хранение в Национальный архив Франции. Он получил название «метр Архива». Метр Архива представляет собою платиновую линейку шириной около 25 мм, толщиной около 4 мм с расстоянием между концами, равным одному метру.

Созданная в 1872 г. по инициативе Российской Академии наук Международная комиссия по прототипам метрической системы, учитывая, что при новых, более точных, измерениях меридиана может получаться разное значение основной единицы длины, приняла рекомендацию об отказе от «естественного» эталона метра и о принятии в качестве исходной меры длины метра Архива. В соответствии с решением этой комиссии, подтвержденным в 1875 г. Международной дипломатической конференцией по метру, на которой подписана Метрическая конвенция, были изготовлены 31 птриховых эталонов метра из наиболее стойкого в то время сплава платины с иридием. Из них метр № 6 оказался равным метру Архива при 0° С и был утвержден в 1889 г. Генеральной конференцией по мерам и весам в качестве Международного прототипа метра. Он представляет собою платино-иридиевый брусок длиной 102 см, имеющий в поперечном сечении форму X, как бы вписанную в воображаемый квадрат, сторона которого равна 20 мм.

В 1927 г. VII Генеральная конференция по мерам и весам приняла следующее определение метра, действовавшее до 1960 г.:

«Единица длины — метр — определяется расстоянием при 0° между осями двух средних птрихов, нанесенных на платино-иридиевом бруске, хранящемся в Международном бюро мер и весов и принятом в качестве прототипа метра I Генеральной конференцией по мерам и весам, при условии, что эта линейка находится при нормальном атмосферном давлении и поддерживается двумя роликами диаметром не менее 1 см, расположенными симметрично в одной горизонтальной плоскости на расстоянии 571 мм один от другого».

Переход в определении метра от сорок миллионной части земного меридиана к международному платино-иридиевому прототипу означал собою потерю значения метра как «естественной» меры, взятой из природы, и переход к условной мере.

Развитие физики в конце XIX в. привело к возможности возврата к естественному эталону единицы длины.

На основании работ, выполненных в Международном бюро мер и весов Майкельсоном и Бенуа, II Генеральная конференция по мерам и весам в 1895 г. приняла решение «естественным свидетелем прототипа метра считать отношение метра к длинам световых волн». Дальнейшие работы, выполненные в ряде лабораторий разных стран, привели к выводу о возможности установить естественный эталон длины в виде метра, выраженного в длинах световых волн (светового метра). Было предложено применить в качестве эталонного излучения желтую линию натрия, затем зеленую линию ртути, потом красную линию кадмия.

В 1927 г. VII Генеральная конференция по мерам и весам узаконила численное соотношение между метром и длиной световой волны. Метр был принят равным 1553164, 13 длин волн красной линии кадмия, излучаемых при определенных условиях.

Однако даже в идеальном случае, вследствие конечной ширины уровней энергии в атоме, излучаемая спектральная линия представляет собой некоторое распределение интенсивности по шкале частот. «Идеальная» монохроматическая линия расширена

до некоторого интервала частот. Распределение интенсивности спектральной линии по частоте представляется в виде ее контура, ширина которого при спадении интенсивности наполняется шириной спектральной линии. За длину волны светового излучения принимается середина максимума естественного контура линии.

Излучение спектра монохроматическим источником добавочно возмущается условиями возбуждения атомов. Наличие электрических и магнитных полей в газовом разряде, нагревание (явление Доплера), соударение излучающих атомов с другими атомами (эффект давления) являются причинами возмущения уровней и, следовательно, расширения линии и смещения максимума контура по шкале частот. Таким образом, действительный контур линии значительно шире естественного и может быть несимметричным.

Исследованиями спектральных линий с помощью интерференции света установлено, что почти все они обладают сложным строением — сверхтонкой структурой. Наличие сверхтонкой структуры линии связано с изотопическим составом элементов. Четно-четные элементы (с четным атомным весом и четным номером в периодической системе) излучают линии с простым контуром. Такие элементы начали получать в последнее время в результате развития техники разделения изотопов. Чем прощще контур, тем точнее можно воспроизвести его максимум, а следовательно, и длину световой волны.

В метрологических учреждениях ряда стран были созданы новые эталонные источники излучения с применением изотопов, дающих более тонкие, монохроматические линии. В Германии проводились работы с изотопами криптона  $Kr^{84}$  и  $Kr^{86}$ , в США — с изотопами ртути  $Hg^{198}$ , в СССР — с изотопом кадмия  $Cd^{114}$ .

В 1948 г. IX Генеральная конференция по мерам и весам приняла следующую резолюцию: «Генеральная конференция по мерам и весам, ознакомившись с новыми возможностями, предоставляемыми спектральными линиями элементов с одним изотопом, соединяющихся в высшей степени качества, требуемые для создания эталонных длин волн, приветствует ученых, работы которых увенчались получением значительных количеств этих элементов; призывает, что в линиях их излучений заключается возможность отыскания естественной основы для высокой точности единицы длины; приглашает крупные лаборатории и Международное бюро продолжить исследования этих линий, чтобы установить в будущем новое определение метра, основанное на длине волны избранной линии, испускаемой при специальных условиях».

Международный комитет мер и весов создал в 1952 г. специальный Консультативный комитет по определению метра. Этот комитет, изучив работы крупных метрологических лабораторий разных стран по световому метру и признав на своей первой сессии 1953 г., что пришло время благоприятно рассмотреть новое определение метра на основе длины световой волны, не смог, однако, выбрать какое-либо эталонное излучение, имеющее наилучшие метрологические свойства, и признал необходимым продолжить исследования монохроматических излучений.

На первой сессии Консультативного комитета были приняты следующие шесть предложений:

**Предложение I.** Консультативный комитет, заслушав доклад Директора Международного бюро мер и весов: 1) о точности, с которой в настоящее время хранится основная единица длины метрической системы — платино-иридиевого эталона и 2) о точности, которую позволяют достигнуть в настоящее время штриховые эталоны, полагает, что пришло время благоприятно рассмотреть новое определение метра, основанное на длине волны света, чтобы придать основной единице длины одновременно более высокую точность и бесспорный характер универсальности и неразрушаемости.

**Предложение II.** Консультативный комитет считает, что метр должен быть определен в будущем с помощью длины волны света, распространяющегося в вакууме при условии, что излучатель и наблюдатель находятся в относительном покое.

Это излучение должно быть обусловлено двумя термами атома, который имеет спектр, лишенный сверхтонкой структуры и не подвергается какому-либо возмущению.

**Предложение III.** Чтобы обеспечить для единицы длины по возможности совершенную преемственность при переходе к предусмотренному определению, рекомендуется установить его, пользуясь в качестве промежуточного значением  $0,64384696 \cdot 10^{-6}$  м для длины волны красного излучения кадмия, как было принято VII Генеральной конференцией по мерам и весам.

Приведение к вакууму измеренных длин волн в воздухе должно производиться для этого перехода с помощью формулы дисперсии для нормального воздуха, принятой в Риме в 1952 г. Смешанной комиссией по спектроскопии.

**Предложение IV.** Что касается выбора эталонного излучения, дающего наилучшие метрологические свойства (ширину линии, симметрию и другие), Консультативный комитет считает, что он еще недостаточно документирован, чтобы сделать определенное предложение. Он просит крупные лаборатории и Международное бюро продолжить, насколько возможно активно, их работы в этом направлении.

**Предложение V.** В предложении изменить определение метра Консультативный комитет, будучи убежденным, что задачи Международного бюро мер и весов

должны, как и прежде, оставаться основными в области измерений длины, рекомендует оборудовать Бюро самыми точными приборами для проведения интерференционных измерений в вакууме, чтобы осуществить связь между длинами волн, штриховыми эталонами и концевыми эталонами при наилучших условиях и тем самым выполнять одну из основных миссий, которые ему поручила Метрическая конвенция.

**Предложение VI.** Консультативный комитет рекомендует, чтобы Международный комитет обратился с просьбой к Генеральной конференции, которая должна состояться в 1954 г., о предоставлении ему необходимых полномочий, чтобы он сам решил о порядке и дате изменения, не ожидая следующей Генеральной конференции».

X Генеральная конференция по мерам и весам 1954 г., рассмотрев и обсудив доклад Консультативного комитета по определению метра, а также сообщения национальных метрологических лабораторий по этому вопросу, признала, что еще нет возможности остановить свой выбор на какой-либо спектральной линии, и постановила впредь до XI Генеральной конференции по мерам и весам (1960 г.) сохранить прежнее определение метра.

В сентябре 1957 г. в Международном бюро мер и весов состоялась 2-я сессия Консультативного комитета. На сессии присутствовали представители всех крупнейших метрологических лабораторий мира.

Первым был заслушан доклад директора Международного бюро мер и весов Ш. Волле, который указал, что результаты недавних сличений метров Международного бюро с прототипами метра плохо согласуются с результатами сличений 1938—1939 гг., из чего следует, что международный прототип определен с погрешностью не менее 0,1—0,2 мк.

На метрах с новыми штрихами получено совпадение, лучшее 0,1 мк, но по-прежнему трудно, даже в настоящее время, добиться совершенных штрихов. Поэтому вместо улучшения определения единицы длины посредством новых штриховых эталонов, целесообразнее принять естественный эталон, представленный длиной световой волны.

В 1953 г. Международное бюро не скрывало своих опасений относительно принятия светового метра. Однако в настоящее время умеют не только сличать между собой длины волн весьма удовлетворительным образом, но и непосредственно переходить от длины волны к штриховому эталону; несколько лабораторий уже имеют компараторы, позволяющие осуществлять такой переход. Международное бюро также заказало такой компаратор, который будет установлен через 1—2 года. В настоящее время Международное бюро не видит каких-либо значительных трудностей для осуществления этого перехода, если можно будет обеспечить преемственность единицы длины.

Были заслушаны доклады Физико-технического института (ФТИ), Национального бюро стандартов (США), Национальной физической лаборатории (Англия), Всесоюзного научно-исследовательского института метрологии (СССР), Центрального контрольного института мер и весов (Япония) и Национальной лаборатории эталонов (Австралия) о работе с различными источниками монохроматических излучений.

Доклад о работах Международного бюро мер и весов по данному вопросу сделал Террьен. Эти работы шли в двух главных направлениях: а) более точное измерение длин волн и их изменений; б) определение спектрального профиля излучений двумя методами: посредством эталона Фабри-Перо и методом видимости полос в интерферометре Майкельсона.

Сделаны следующие основные заключения по профилю линий:

1. **Ширина линии.** Измеренная ширина линий, полученных при наилучших условиях, позволяет классифицировать их в порядке достоинств, аналогичном порядку, теоретически предусмотренному для эффекта Доплера, а именно: излучение  $Kr^{86}$  тоньше излучений  $Hg^{198}$ , которые тоньше излучений  $Cd^{114}$ . Внимание было обращено поэтому на эти два элемента, линии которых являются наиболее тонкими.

2. **Симметрия.** В лучшем (зеленом) излучении  $Hg^{198}$  вершина профиля асимметрична, когда охлаждающая вода поддерживается при  $20^\circ C$ ; эта асимметрия исчезает при  $4^\circ C$  и ниже, но остаются деформации, которые можно объяснить сверхтонкой структурой изотопа  $Hg^{198}$ , присутствовавшего здесь в количестве 1,5%. Для наилучших линий  $Kr^{86}$  симметрия является совершенной, с точностью наблюдений примерно в 0,01 ширины.

3. **Помехи.** Было найдено, что лучшие линии  $Kr^{86}$  менее паруются, чем лучшие линии  $Hg^{198}$ . Уменьшению помех способствует охлаждение лампы с криптоном до температуры тройной точки азота ( $63^\circ K$ ).

Так как три изученных качества — ширина линии, симметрия, незначительность помех, говорят в пользу  $Kr^{86}$ , Международное бюро считает, что оранжевое излучение  $2p_{10}-5d_5$  этого моноуклида является со всех точек зрения наилучшим эталоном длины из ныне известных.

Так как в настоящее время имеется возможность выбрать излучение, обеспечивающее погрешность не выше  $10^{-9}$ , что позволяет определять метр значительно точнее, чем для платино-придиевого прототипа, Консультативный комитет единогласно решил передать Международному комитету мер и весов следующую рекомендацию:

«Консультативный комитет по определению метра, заслушав доклад директора Международного бюро мер и весов, подтверждающий, что международный прототип из платины-иридия не отвечает более требованиям высокой метрологии, и тщательно рассмотрев доклады крупных лабораторий и Международного бюро о метрологических свойствах получаемых излучений, заявляет, что он достаточно осведомлен, чтобы составить четкую рекомендацию, соответствующую Предложению II, принятому в 1953 г.

Вследствие этого Консультативный комитет по определению метра рекомендует определять метр с помощью излучения, соответствующего переходу между уровнями  $2p_{10}$  и  $5d_5$  атома криптона-86. Он считает, на основании совпадающих результатов, полученных по правилам Предложения III, принятого в 1953 г., что метр должен быть определен равным (по условию) 1650763,73 длин волн в вакууме этого излучения».

В октябре 1960 г. вопрос о переходе к новому определению метра был рассмотрен на XI Генеральной конференции по мерам и весам. Учитывая, что никакое усовершенствование платино-иридиевого прототипа метра не позволяет повысить его точность выше достигнутой в 0,1 мк и имея возможность выбрать длину волны излучения атома в качестве естественного эталона длины, дающего точность воспроизведения, большую почти на два порядка (в 100 раз), Генеральная конференция приняла следующую резолюцию о новом определении метра:

«Одиннадцатая Генеральная конференция по мерам и весам, принимая во внимание, что международный прототип не определяет метр с точностью, достаточной для современных потребностей, и, что, с другой стороны, желательно принять естественный и неразрушаемый эталон, решила:

1. Метр есть длина, равная 1650763,73 длин волн в вакууме излучения, соответствующего переходу между уровнями  $2p_{10}$  и  $5d_5$  атома криптона-86.

2. Определение метра, действующее с 1889 г., основанное на международном платино-иридиевом эталоне, отменяется.

3. Международный прототип метра, утвержденный I Генеральной конференцией по мерам и весам в 1889 г., будет храниться в Международном бюро мер и весов в таких же условиях, какие были установлены в 1889 г.»

В Международном бюро мер и весов и крупных национальных метрологических лабораториях созданы установки для воспроизведения метра в длинах световых волн с помощью излучения лампы, наполненной изотопом криптона-86.

Во второй резолюции о новом определении метра Генеральная конференция поручила Международному комитету мер и весов: 1) утвердить инструкцию для введения в практику нового определения метра, 2) выбрать вторичные эталонные длины волн для интерференционных измерений длины и утвердить инструкции для их применения и 3) продолжать исследования, предпринимаемые с целью усовершенствования эталонов длины.

В соответствии с первым поручением Международный комитет мер и весов принял инструкцию, касающуюся спецификации на источник света, излучающий эталонную длину волны.

Новое определение метра узаконено в СССР ГОСТом 7664-61 «Механические единицы», введенным в действие с 1 июля 1961 г.

4. Конференцией утверждено решение Международного комитета мер и весов о новом определении секунды.

После рассмотрения этого вопроса на генеральных ассамблеях Международного астрономического союза в 1952, 1955 и 1958 гг., а также Генеральных конференциях по мерам и весам в 1954 г. и 1960 г., было принято новое определение секунды, утвержденное XI Генеральной конференцией по мерам и весам. Оно основано не на вращении Земли вокруг своей оси, а на движении Земли по орбите вокруг Солнца и принимает в качестве эталона времени длительность тропического года, т. е. интервал между двумя весенними равноденствиями, следующими одно за другим. Это позволяет получить более высокую точность в определении единицы времени, чем в случае вращательного движения Земли.

Новое определение секунды таково: «Секунда является частью  $1/31\,556\,925,9747$  тропического года для 1900 г. января 0 в 12 час эфемеридного времени».

Указание на 1900 г. объясняется тем обстоятельством, что тропический год сам по себе не является постоянным, и поэтому необходимо было исходить из одного определенного года. Дата 1900 г. января 0 в 12 час выражена в принятом астрономами порядковом счете времени и соответствует полдню 31 декабря 1899 г. Под эфемеридным временем понимают время, по которому вычисляют эфемериды — координаты небесных тел и устанавливаемое по результатам астрономических наблюдений Луны и не зависящее от колебаний скорости вращения Земли.

Это новое определение делает секунду равной средней продолжительности старой секунды за последние три столетия. Таким образом, оно не ведет к новой единице времени, но позволяет более строго пользоваться естественным эталоном, определяемым из совокупности видимых движений небесных тел.

За последние годы физиками созданы новые замечательные эталоны частоты и времени — молекулярные и атомные эталоны, основанные на свойствах молекул и атомов излучать и поглощать энергию во время перехода между двумя энергетическими уровнями в области радиочастот.

Молекулярные и атомные эталоны частоты открывают перспективы дальнейшего повышения точности эталонов частоты и времени. Международный комитет мер и весов создал специальный Консультативный комитет по определению секунды, в число основных задач которого входят поэтому вопросы, связанные с применением молекулярных и атомных часов для эталонных целей и установлением секунды не с помощью астрономических определений, а на основе колебаний атомов и молекул. Генеральная конференция по мерам и весам поручила Международному комитету продолжать эти работы в сотрудничестве с другими организациями, чтобы можно было принять решение по данному вопросу на XII Генеральной конференции по мерам и весам.

5. X Генеральная конференция по мерам и весам приняла в 1954 г. важное решение по температурным измерениям, приняв за основу для них термодинамическую температурную шкалу с одной реперной точкой — тройной точкой воды, приписав ей значение 273,16 градусов Кельвина.

До этого решения за основание температурной шкалы принимали 100 градусов — интервал температур между точкой таяния льда и точкой кипения воды.

Преимуществом термодинамической температурной шкалы с одной реперной точкой (на что еще в свое время указывал Д. И. Менделеев) является то, что в этом случае создаются условия для более точного воспроизведения градуса (принимая за первую исходную точку — абсолютный нуль температуры). Кроме того, тройная точка воды, являющаяся точкой равновесия воды в твердой, жидкой и газообразной фазах, может быть воспроизведена со значительно большей точностью, чем точка таяния льда и кипения воды. В настоящее время в метрологических лабораториях тройная точка воды воспроизводится с погрешностью, не превышающей 0,0001°.

X Генеральная конференция по мерам и весам утвердила в 1948 г. для практического применения Международную температурную шкалу, установленную для того, чтобы в практических условиях воспроизводить температуру возможно ближе к термодинамической шкале, на основе ряда реперных точек и в соответствии с принятой спецификацией.

XI Генеральная конференция по мерам и весам в 1960 г. добавила в название шкалы слово «практическая» и одобрила уточненный текст Положения о Международной практической температурной шкале.

В уточненном издании Положения о Международной практической температурной шкале, принятом XI Генеральной конференцией по мерам и весам в 1960 г., установлены следующие реперные точки:

Точка кипения кислорода . . . . .	182,970° С,
Тройная точка воды . . . . .	0,01° С,
Точка кипения воды . . . . .	100° С,
Точка кипения серы . . . . .	444,600° С,
Точка затвердевания серебра . . . . .	960,8° С,
Точка затвердевания золота . . . . .	1063,0° С.

(Примечание: вместо точки кипения серы может применяться точка затвердевания цинка, равная 419,505° С.)

В положении о Международной практической температурной шкале дано описание приборов, методов и оперативных приемов для ее осуществления на практике.

Уточненное издание Положения о Международной практической температурной шкале учтено при пересмотре Государственного стандарта СССР на тепловые единицы (ГОСТ 8550-61, вводимый в действие с 1 июля 1962 г.).

6. XI Генеральная конференция по мерам и весам рассмотрела вопрос об абсолютных измерениях ускорения силы тяжести. В настоящее время за величину нормального ускорения силы тяжести принято его значение в так называемой Потсдамской гравиметрической системе, равное 9,8665 м/сек<sup>2</sup>.

Однако исследования, выполненные за последнее время в ряде метрологических лабораторий (в частности, во Всесоюзном научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева в г. Ленинграде, в Международном бюро мер и весов и др.), показали, что истинное значение ускорения силы тяжести примерно на 0,011—0,012 см/сек<sup>2</sup> меньше принятого в Потсдамской системе. По этому вопросу было принято следующее решение:

«Одиннадцатая Генеральная конференция по мерам и весам с удовлетворением ознакомившись с прогрессом в абсолютном измерении ускорения силы тяжести, достигнутым, благодаря работам Международного бюро мер и весов и национальных лабораторий, и, констатируя в то же время, что многие важные измерения еще не закончены, решает временно сохранить так называемую Потсдамскую гравиметрическую систему; призывает Международное бюро и национальные лаборатории продолжать свои

измерения; дает полномочия Международному комитету мер и весов изменить Потсдамскую систему, как только он найдет, что значение этого ускорения получается с достаточной точностью».

Изменение величины нормального ускорения силы тяжести повлечет за собою изменения значений ряда других метрологических констант, связанных с ускорением силы тяжести (величины нормальной атмосферы и др.).

7. При установлении метрической системы мер за один литр был принят объем одного килограмма воды при наибольшей ее плотности и нормальном атмосферном давлении. Литр соответствовал по определению объему  $1 \text{ д.м}^3$ .

Во второй половине прошлого века при переходе к условным эталонам метра и килограмма и проведении более точных измерений плотности воды между литром и кубическим дециметром возникло расхождение, равное  $0,000028 \text{ д.м}^3$ . При сравнительно небольших точностях этой разностью пренебрегали, при больших точностях ее учитывали. В частности, при измерениях вместимости большей частью удобнее и точнее определять измеряемый объем по массе воды, заполняющей его, нежели путем непосредственного измерения линейных размеров объема; потому вместимость обычно выражают в литрах и производных от литра единицах (декалитрах, сантилитрах, миллилитрах и т. д.). Это расхождение в единицах вместимости ( $\text{л}$ ) и объема ( $\text{д.м}^3$ ) на практике очень неудобно. Возникла необходимость ликвидировать это расхождение. По этому вопросу была принята следующая резолюция:

«XI Генеральная конференция по мерам и весам, принимая во внимание, что кубический дециметр и литр не равны между собой и различаются примерно на 28 миллионных долей, и определения физических величин, включающие измерения объема, имеют все возрастающую точность и тем самым усиливают последствия возможной путаницы между кубическим дециметром и литром, приглашает Международный комитет мер и весов приняться за изучение этого вопроса и предоставить свое заключение XII Генеральной конференции»

На XI Генеральной конференции по мерам и весам был рассмотрен также и ряд важных организационных вопросов, относящихся к деятельности Международной организации по метрологии (вопрос о пересмотре Метрической конвенции, отчет о деятельности Международного комитета мер и весов, перевыборы половины состава Международного комитета, установление нового распределения взносов стран на содержание Международного бюро мер и весов и др.).

XI Генеральная конференция по мерам и весам приняла важные решения по основным метрологическим вопросам международного характера и явилась крупной вехой на пути дальнейшего развития международного сотрудничества по обеспечению единообразия единиц измерения и эталонов и повышению их точности.

*Г. Д. Бурдун*